КАНАЛЫ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЗВУКА ВИДЕОМАГНИТОФОНОВ И ВИДЕОКАМЕР

Юрий Петропавловский (г. Таганрог, Ростовская обл.)

Для успешной диагностики неисправностей и проведения ремонта звуковых трактов Hi-Fi Stereo видеомагнитофонов и видеокамер необходимо иметь четкое представление об их построении и схемотехнических особенностях. В статье приводятся сведения о различных методах записи Hi-Fi-звука, наиболее подробно рассказано о системах с использованием частотной модуляции.

Как известно, в аналоговых видеомагнитофонах практически невозможно записать высококачественное (Hi-Fi) стереофоническое звуковое сопровождение при помощи неподвижных магнитных головок, поэтому для двухканальной записи звуковых сигналов в диапазоне частот 20 Гц...20 кГц при отношении сигнал/помеха лучше 60 дБ используют вращающиеся головки и различные методы обработки звуковых сигналов. В видеомагнитофонах VHS, S-VHS и видеокамерах Video-8, Hi-8 наиболее широко применяется частотная модуляция (ЧМ). В канале звукового сопровождения высококлассных видеокамер Hi-8 используется импульсно-кодовая модуляция (ИКМ).

В 1967 году японской компанией NHK впервые была осуществлена высококачественная ИКМ-запись звука на магнитную ленту. В 1977 году фирма Sony выпустила в продажу ИКМ-процессор – приставку к бытовым видеомагнитофонам (модель PCM-1), а через год – процессор профессионального применения PCM-1600, предназначенный для совместной работы с видеомагнитофонами формата U-MATIC. В современных видеокамерах ИКМ используется только в моделях форматов miniDV и DIGITAL 8; в моделях формата Hi-8XP для записи звукового сопровождения применяется ЧМ (Sony CCD-TRV99, 89, 300, 840, 845). В некоторых видеокамерах Hi-8 также использовалась ИКМ, но техническая реализация канала звукового сопровождения существенно отличалась от звукового тракта устройств, работающих в форматах DV, miniDV и D-VHS. С повсеместным внедрением цифрового наземного телевидения в США и Японии отмечается рост потребительского интереса к записи телепрограмм на видеомагнитофоны. Новые модели, как правило, формата D-VHS, способны в течение длительного времени записывать сразу несколько программ с «цифровым» качеством, поэтому говорить о закате бытовых видеомагнитофонов преждевременно.

Перейдем к рассмотрению видеотехники, в которой используется ЧМ-канал звукового сопровождения, поскольку именно такая аппаратура попадает в ремонт в нашей стране (цифровые модели пока являются «экзотикой»). В состав звуковых трактов Hi-Fi входят несколько функциональных узлов: БВГ с дополнительными головками для форматов VHS и S-VHS (в видеокамерах и видеомагнитофонах Video-8 и Hi-8 дополнительные головки не устанавливаются); блок предварительных усилителей, который часто совмещен с аудиопроцессором; канал обработки Hi-Fi-звука; узлы коммутации входных и выходных звуковых сигналов.

В видеомагнитофонах VHS и S-VHS диаметр БВГ может составлять 62 мм и 41,33 мм. В первом случае для реализации канала Hi-Fi-звука устанавливаются две дополнительных головки, во втором случае – 4 головки. «Малогабаритные» БВГ используются преимущественно в видеокамерах VHS-C и S-VHS-C и редко – в «полноразмерных» аппаратах для стандартных кассет VHS. В 8-мм аппаратуре также используются БВГ двух диаметров – 40 мм (2 видеоголовки) и 26,7 мм (4 видеоголовки). Общее число головок на верхних цилиндрах БВГ диаметром 62 мм может быть 4, 5, 6, 7 и даже 8, но типовыми являются видеомагнитофоны с 6 головками. На БВГ диаметром 41,33 мм обычно устанавливают 8 или 9 головок. В 8-мм видеокамерах на БВГ могут быть установлены 3 или 5 видеоголовок (в ряде моделей используются две дополнительные головки для режима LP).

Угловое разнесение между видео- и звуковыми головками на БВГ диаметром 62 мм может быть 60°, 42° и очень редко 90°. На БВГ диаметром 41,33 мм головки выполнены в виде сдвоенных блоков, в каждом из которых установлены одна видео- и одна звуковая головка. Таким образом, разнесение составляет 90°, что соответствует 60° на БВГ диаметром 62 мм. БВГ с угловым разнесением 60° применяют фирмы Panasonic, LG, Mitsubishi, Grundig, Blaupunkt, Hitachi, Toshiba, Sony; с разнесением 42° – JVC, Samsung, Philips, Thomson, Saba, Telefunken.

Узлы предварительных усилителей обеспечивают коммутацию видеоголовок, усиление ЧМ-сигналов, считываемых с ленты при воспроизведении, и стабильный ток записи в видеоголовках. Предусилители видеомагнитофонов VHS и S-VHS могут быть выполнены на отдельной микросхеме, совмещены с предусилителями канала изображения либо с процессором Hi-Fi-звука. В аппаратуре Video-8 и Hi-8 сигналы изображения, звука и автотрекинга обрабатываются предусилителем и поступают на головки одновременно, поэтому отдельных микросхем для канала Hi-Fi-звука не предусмотрено. Производителями ИМС предусилителей для аппаратуры VHS и S-VHS являются фирмы Rohm, Matsushita, Hitachi, реже Toshiba, NEC и некоторые другие, для 8-мм аппаратуры – в основном фирма Sony. Номенклатура микросхем предусилителей не очень велика, и некоторые микросхемы нашли применение в большом числе моделей видеомагнитофонов и видеокамер (см. таблицу).

В последнее время предусилители сигналов изображения и звука нередко размещают на одном кристалле, например, в видеомагнитофонах Panasonic NV-HD640(670) используют микросхему AN3369S; микросхема TA8849AF фирмы Toshiba применяется в

аппарате V-804W. В новых моделях видеомагнитофонов предусилители совмещают с каналом обработки сигналов Hi-Fi-звука (см. таблицу), а в линейке видеомагнитофонов Panasonic 2002/2003 г. применен сигнальный процессор C1AB00001298 в 100-выводном корпусе, на котором реализованы каналы изображения, линейного и Hi-Fi-звука и предусилители видео- и звуковых сигналов. С точки зрения обслуживания, такое решение чревато большими затратами, т.к. при любых, даже незначительных, неисправностях в каналах обработки сигналов необходимо заменять дорогостоящий сигнальный процессор.

Первым видеомагнитофоном с каналом звукового сопровождения Hi-Fi был HR-D725 фирмы JVC (1983 год). В звуковых трактах Hi-Fi-аппаратов тех лет обычно использовалось несколько микросхем, но уже с конца 1980-х годов они строятся на одной БИС. Основными производителями специализированных БИС являются фирмы Maclord HSS-HSL, Rohm, Matsushita, JVC и Sanyo. Собственные микросхемы выпускают фирмы Toshiba, NEC, Hitachi и др. В 8-мм аппаратуре, кроме микросхем фирмы Sony, используется продукция и других фирм – Sanyo, Matsushita, Samsung. Для успешной диагностики неисправностей и проведения ремонта звуковых трактов Hi-Fi необходимо иметь четкое представление об их построении и схемотехнических особенностях. Принципы записи Hi-Fi-звука во всех четырех форматах видеозаписи (VHS, S-VHS, Video-8, Hi-8) одинаковы, однако есть существенные различия в параметрах и реализации. Самым существенным из них является использование в 8-мм аппаратах одних и тех же видеоголовок для записи видео- и звуковых сигналов. В форматах VHS и S-VHS для

Номенклатура микросхем для звукового тракта Hi-Fi-Stereo

Видеомагнитофон, видеоплеер или видеокамера	Тип микросхемы канала Hi-Fi-звука (число выводов), изготовитель	Тип микросхемы предусилителя (число выводов), изготовитель
JVC-HR-J627, 727; JVC-HR-P80A, P90	JCP0056 (48), JVC	BA7746FS (24), Rohm
JVC-HR-S6900	JCP0038 (84), JVC	AN3380NK (22), Matsushita
JVC-HR-S7000	JCP0056	AN3380NK (22), Matsushita
JVC-HR-D860	AN3931NC (44), AN3977C (48), Matsushita	AN3380NK (22), Matsushita
JVC-HR-S9600EU	AN3651FBP (64), Matsushita	В составе Hi-Fi-процессора
JVC-HR-J71MS	JCP0038	AN3380NK
JVC-HR-DD868EU	AN3651FBP	В составе Hi-Fi-процессора
Blaupunkt RTV-920 (изг. Matsushita)	BA7700K1 (80), Rohm	Нет данных
Mitsubishi HS58	AN3976NFBP (84), Matsushita	Нет данных
Hitachi VT-F88EM, F90EM	AN3961NBPA (64), Matsushita	BA7740S, Rohm
LG-BH759, 762	LA72634A (64), Sanyo	В составе Hi-Fi-процессора
Panasonic NV-F55	BH7770KS (100)	BA7743FS (24), Rohm
Panasonic NV-F65	BA7705K1 (80), Rohm	BA7743FS (24), Rohm
Panasonic NV-HD70, 90, 95, 100, FS88, 200, HS800, 1000, AG-4700, 5260; Panasonic NV-HP10, SR70	BA7773KS (100), Maclord	BA7743FS (24), Rohm
Panasonic NV-750AM	BH7778AK (64)	Нет данных
Panasonic NV-SR80, 90	BH7778AK	BA7743FS
Panasonic NV-FJ8AM	BH7803K (44)	В составе Hi-Fi-процессора
Panasonic NV-HD640EU	BH7803K (44)	AN3369S (36), Matsushita
Panasonic NV-HD670BD	BH7778AK	AN3369S (36), Matsushita
Panasonic NV-FJ620, 625	C1AB00001298 (100)	В составе сигнального процессора
Panasonic AG-5700, 8600, 8700	BA7705K1	Нет данных
Philips VR-755/50, (изг. JVC)	JCP0056	BA7746FS
Samsung SV-300W	AN3963NFBP (64), Matsushita	BA7743FS
Samsung SVR-630, 633; Samsung SVR-537	LA72634A (64)	В составе Hi-Fi-процессора
Samsung VP-U12, 15	LA7454W (48), изг. Sanyo	CXA1202R, Sony
Sharp VC-H852	HA12121NT (30), HA12122NT (30), HA12123NT (30), Hitachi	HA12124NT (30), Hitachi
Sony SLV-626 (изг. Sanyo)	UPC2354AGF (80), NEC	UPC2350GS, NEC
Sony SLV-810	XLH7779K, Maclord	Нет данных
Sony SLV-821	XLH7776K (64), Maclord	AN3327K (22), Matsushita
Sony SLV-870	TDA9603H	AN3327K
Sony CCD-FX280E	CXA1488R (48), Sony	CXA1704R (48), Sony
Sony CCD-TR86, 96, 501, 502, 503, 506, 507, 620, 720, 740, 916	Стерео: AN2980FH, или CXA1737R, или LA7494W. Моно: AN3996FHP, или CXA2038R, или LA7457W (64)	CXA1702AR (48), Sony
Toshiba V804W	TA8863AF (80), Toshiba	TA8849AF (30), Toshiba

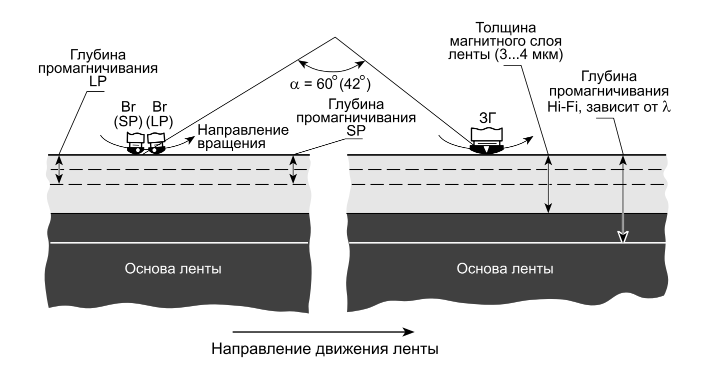
подавления помех со стороны ЧМ-сигналов яркости предприняты дополнительные меры, заключающиеся в установке отдельных головок звука на верхнем цилиндре БВГ. При таком конструктивном решении значительно легче подавить помехи от видеосигналов в каналах Hi-Fi-звука при воспроизведении.

Сигналы изображения и Hi-Fi-звука в аппаратуре VHS и S-VHS записываются на совпадающие участки магнитной ленты. Сначала записываются ЧМ-сигналы звука, а затем, поверх, – ЧМ-сигналы яркости и низкочастотные сигналы цветности, при этом яркостной сигнал частично стирает звуковой в поверхностном слое ленты. На рисунке схематично показано, как промагничиваются однослойные магнитные ленты, чаще всего применяемые в видеокассетах. Длину волны записи, от значения которой зависит глубина проникновения магнитного потока в толщу ленты, можно определить по соотношению $\lambda = V/f$, где V – скорость движения головок относительно ленты, м/с, f – частота записываемого сигнала, МГц, λ – длина волны записи, мкм.

ЧМ-сигналы звукового сопровождения левого и правого каналов записываются на центральных частотах 1,4 МГц и 1,8 МГц соответственно (1,3 МГц и 1,7 МГц в системе NTSC) при максимальной девиации ±150 кГц. Наибольшую длину волны записи и, следовательно, глубину промагничивания, имеет сигнал левого канала при работе в системе NTSC, наименьшую – сигнал правого канала при работе в системах PAL/SECAM.

От глубины промагничивания ленты зависит отношение сигнал/шум в звуковом тракте. Для его повышения используются различные азимутальные углы поворота зазоров видео- и звуковых головок (±6° и ±30° соответственно). Таким образом, звуковые головки «пролетают» над видеодорожками под углом 36° и считываемые с них ЧМ-сигналы яркости оказываются существенно подавленными. Этих мер достаточно для достижения потенциального отношения сигнал-шум порядка 70...90 дБ даже без глубокого подавления нижней боковой полосы ЧМ-сигналов яркости. Как известно, в формате VHS они записываются в диапазоне 3,8...4,8 МГц (3,4...4,4 МГц в NTSC), а на пиках девиации спектр сигнала яркости может расширяться до 1,5...2 МГц.

В 8-мм видеоформатах ЧМ-сигнал левого канала (и моносигнала) записывается на центральной частоте 1,5 МГц, сигнал правого канала – на частоте 1,7 МГц, максимальная девиация составляет ±100 кГц. ЧМ-сигнал яркости в формате Video-8 записывается в диапазоне частот 4,2...5,4 МГц, в формате Hi-8 – в диапазоне 5,7...7,7 МГц (от уровня синхроимпульсов до уровня белого). На пиках девиации спектр ЧМ-сигнала яркости может расширяться до 1,5...2 МГц, поэтому для подавления помех в звуковом тракте применяют ФВЧ с большой крутизной ската АЧХ ниже 2 МГц. Поскольку в 8-мм аппаратуре используются одни и те же головки для звука и изображения, обеспечить приемлемое отношение сигнал/помеха в звуковом тракте можно только путем фильтрации. Потенциально достижимое отношение сигнал/шум, особенно в стереоварианте, получается ниже, чем в форматах VHS и S-VHS, а значения средних частот ЧМ-генератора должны выдерживаться с большой точностью.



Промагничивание однослойных видеолент

В некоторых видеокамерах для регулировки средней частоты ЧМ-генератора звукового тракта предусмотрены подстроечные элементы. Рассмотрим особенности регулировки звукового тракта на примере видеокамеры Samsung VP-U12(U15) с микросхемами LA7454W фирмы Sanyo или KA8407 фирмы Samsung (IC431). Средняя частота ЧМ-генератора регулируется подстроечным резистором R431, расположенным рядом с ИМС. Для проведения работ необходим осциллограф, тест-кассета и ремонтная плата TP-Board 68140-500-010. Целью регулировки является минимизация высокочастотной насадки на звуковом сигнале в контрольной точке TP1 тест-платы при воспроизведении. При отсутствии платы можно контролировать сигнал непосредственно на контакте контрольного разъема TP102/1 главной платы видеокамеры (к нему подключается ремонтная плата). Настроечную кассету можно записать самостоятельно, используя заведомо исправную видеокамеру и акустический сигнал частотой 1 кГц, подаваемый на микрофон при записи.

Различное угловое разнесение между видео- и звуковыми головками на верхних цилиндрах БВГ видеомагнитофонов VHS/S-VHS в определенной степени приводит к ухудшению совместимости записей, сделанных на аппаратах разной конструкции. Временная задержка сигнала переключения видеоголовок относительно сигнала переключения звуковых головок для углового разнесения 60° составляет 6,7 мс, для 42° – 4,7 мс. При воспроизведении записей, сделанных на аппаратуре с разным угловым разнесением звуковых головок, динамические траектории звуковых дорожек оказываются смещенными на 6 мкм относительно друг друга. Примерная ширина звуковых дорожек на сигналограмме составляет 35 мкм (зависит от длины зазора конкретных головок, но не более 49 мкм для PAL/SECAM в режиме SP). Для аппаратуры, эксплуатировавшейся незначительное время, каких-либо проблем с воспроизведением Hi-Fi-звука не возникает. Однако, по мере износа направляющих стоек, видеоголовок и других деталей лентопротяжного механизма, совместимость записей, особенно сделанных на ВМ с головками, не совпадающими по угловому разнесению, ухудшается. Это проявляется в виде треска или автоматического отключения каналов Hi-Fi на отдельных записях. В таких случаях необходима полная регулировка видеомагнитофона. О ней – в последующих публикациях.